



Die
Bundesregierung

2. Leitlinienpapier der Bundesregierung

für das

**kommende Rahmenprogramm
für Forschung und Innovation**

-Thematische Positionen-

17. Juni 2011

I. VORBEMERKUNG	3
II. THEMATISCHE POSITIONEN	4
1. Bewältigung der gesellschaftlichen Herausforderungen	4
1.1 Nachhaltigkeit, Energie und ressourcenschonende Lebensweise	4
1.1.1 Energie – Energieeffizienz, Emissionsreduktion und erneuerbare Energien	4
1.1.2 Umwelt - Umweltfaktoren und -risiken als Triebkraft für globale wirtschaftliche und soziale Veränderungen	5
1.1.3 Ressourcen - Nachhaltige Ressourcennutzung und flächenbezogenes Ressourcenmanagement	5
1.1.4 Mobilität – Nachhaltige, bezahlbare und effiziente Verkehrssysteme	6
1.2 Wohlergehen der Bürgerinnen und Bürger	7
1.2.1 Gesundheit - Effiziente Gesundheitssysteme zwischen demographischem Wandel und Individualisierung	7
1.2.2 Bioökonomie - Entwicklung einer biobasierten Wirtschaft und Sicherung der Welternährung	8
1.2.3 Demographischer Wandel	9
1.2.4 Gesellschaft - Innovation, Teilhabe und Integration	10
1.2.5 Sicherheit - Ein freies und sicheres Europa zum Schutz der Bürgerinnen und Bürger	10
2. Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit - Schlüsseltechnologien	11
2.1 Innovative Werkstoffe („Advanced Materials“)	12
2.2 Nanotechnologie	12
2.3 Produktionstechnologie	13
2.4 Photonik	14
2.5 Mikro- und Nanoelektronik	14
2.6 Mikrosystemtechnik	14
2.7 IT-Systeme	15
2.8 Kommunikationssysteme	15
2.9 Biotechnologie	16
2.10 Raumfahrttechnologie	16
2.11 Luftfahrttechnologie	17

I. Vorbemerkung

Die Bundesregierung hat in ihrem 1. Leitlinienpapier vom April 2010 eine einfache und transparente Struktur vorgeschlagen. Diese sieht u.a. zwei zentrale nationale wie europäische Zielkorridore vor: „Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen“ und „Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit“. Mit dem aktuellen 2. Leitlinienpapier ergänzt die Bundesregierung die beiden Bereiche um thematische Positionen.

Europa sieht sich großen gesellschaftspolitischen Herausforderungen gegenüber. So liegen die wichtigsten Fragestellungen des 21. Jahrhunderts in Themenbereichen wie Energie, Klima, Ressourcen, Gesundheit, Ernährung oder demographischer Wandel. Tragfähige Antworten und Lösungen finden sich hier in den vielen Fällen nur durch europäische oder weltweite Zusammenarbeit in Forschung und Wissenschaft. Gleichzeitig steht Europa vor gewaltigen wirtschaftspolitischen Herausforderungen. Der weltweite Wettbewerb um Talente, Technologien und Märkte nimmt ständig zu. Hier gilt es, die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft durch die Optimierung forschungs- und innovationspolitischer Grundlagen und Rahmenbedingungen zu stärken. Dies beinhaltet aus einer langfristigen Perspektive heraus auch eine starke europäische Grundlagenforschung.

Diesem Spannungsfeld an Herausforderungen können wir uns in Europa nur gemeinsam stellen. Die Leitinitiative Innovationsunion, als ein Kernelement der Europa-2020-Strategie, muss dafür zusammen mit der Weiterentwicklung des Europäischen Forschungsraums zu einem soliden Fundament für Europas Zukunftsfähigkeit ausgestaltet werden. Das kommende Rahmenprogramm für Forschung und Innovation als Teil des „Common Strategic Framework“ ist als weltgrößtes Forschungs- und Innovationsprogramm hier von zentraler Bedeutung. Struktur und Themen des Rahmenprogramms müssen passgenau auf die Ziele von „Innovationsunion“, „Europäischem Forschungsraum“ und insbesondere auf die Umsetzung von bestehenden Strategien ausgerichtet werden.

Mit den folgenden Positionen will die Bundesregierung den kommenden Diskussionsprozess zu den Themen des Rahmenprogramms mitgestalten. Die Themenvorschläge zielen darauf ab, Europa zum Vorreiter bei der Bewältigung der globalen Herausforderungen zu machen und gleichzeitig zukünftige Wertschöpfungspotenziale und neue Märkte zu erschließen. Schlüsseltechnologien haben hierbei eine zentrale Rolle. Gleichzeitig müssen sie aber auch in ihrer jeweiligen Themenbreite gefördert werden, da nicht alle Märkte einer großen gesellschaftlichen Herausforderung zurechenbar sind.

Die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Entwicklungen in Europa und der Welt sind rasant und komplex. Das Zusammenwachsen Europas im Prozess der Globalisierung bedarf der Reflexion durch die Geistes- und Sozialwissenschaften. In den thematisch offenen Bereichen des Common Strategic Framework, insbesondere im European Research Council (ERC) und den Marie-Curie-Maßnahmen, sollte deshalb hinreichende budgetäre Vorsorge getroffen werden, dass geistes- und sozialwissenschaftliche Themen in ihrer ganzen Breite gefördert werden können. Eine enge Koordinierung der Programmbereiche ist deshalb für diesen wie für alle anderen Themenkomplexe notwendig.

II. Thematische Überlegungen

1. Bewältigung der gesellschaftlichen Herausforderungen

1.1 Nachhaltigkeit, Energie und ressourcenschonende Lebensweise

1.1.1 Energie - Energieeffizienz, Emissionsreduktion und erneuerbare Energien

Eine der zentralen Herausforderungen in Europa und seinen Mitgliedstaaten ist der Umbau der europäischen Energieversorgung, die charakterisiert ist durch hohe Energieeffizienz, einen steigenden Anteil von erneuerbaren Energien, reduzierte Treibhausgasemissionen, hohe Energieversorgungssicherheit, Akzeptanz durch die Bevölkerung und die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen. Die technologischen Voraussetzungen dafür müssen durch Forschung und Entwicklung geschaffen werden. Die europäischen Forschungsthemen orientieren sich an den Prioritäten des SET-Plans. Sie umfassen Technologien von der Umwandlung, über den Transport bis hin zum Endverbraucher, sowie Querschnittsaktivitäten. Der Zersplitterung von Themen der Energieforschung sollte entgegengewirkt werden und solche Themen nur dann in anderen Bereichen aufgenommen werden, wenn es dafür ganz spezifische Gründe gibt. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Energieeffizienztechnologien**, energieeffiziente Gebäude; industrielle Prozesse; effiziente, flexible und emissionsarme Kraftwerkstechnologien und CCS; alternative Umwandlungstechnologien.
- (2) **Erneuerbare-Energien-Technologien**, Windenergie; Photovoltaik; Solarthermie; (tiefe) Geothermie; Bioenergie.
- (3) **Optimierung der Energieversorgungssysteme – Zusammenwirken von erneuerbaren Energien und konventioneller Energie**, intelligente Verknüpfung von Energieangebot und Energienachfrage, Netztechnologien; Ballungsräume mit komplexen Strukturen, Energiespeichertechnologien; bedarfsgerechte Einspeisung erneuerbarer Energien; Systemdienstleistungen im zukünftigen Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbarer Energien.
- (4) **Übergreifende Ansätze**, interdisziplinäre Ansätze *[gemeinsam mit den Herausforderungen „Umwelt“, „Mobilität“ und „Ressourcen“]*; sozioökonomische Aspekte, Akzeptanzforschung, Nachhaltigkeit und Strategie, internationale Kooperation, visionäre Konzepte, Schnittstellenaufgaben.

1.1.2 Umwelt – Umweltfaktoren und -risiken als Triebkraft für globale wirtschaftliche und soziale Veränderungen

Neben der Erforschung der Umwelteinflüsse und -risiken auf die Gesellschaft, Wirtschaft und Individuen, ist die Betrachtung der Systeme und deren besseres Verständnis eine Voraussetzung für ein verbessertes Management der Veränderungen. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Anpassung an den Klimawandel** u.a. durch Entwicklung von Anpassungsstrategien (u.a. Folgenabschätzung für Gesundheitsbereich, Versorgung mit Ressourcen, klimaangepasste Stadt, Biodiversität) und Verbesserung des Grundlagenwissens (z.B. Verbesserung der Klima(folgen)modellierung); Minderungspotenzial von klimarelevanten Treibhausgasen aus der Landwirtschaft.
- (2) **Naturgefahren und deren Management** u.a. durch Erfassung von Naturgefahren und deren Auswirkungen (u.a. klimawandelbedingten Veränderungen); Verbesserung von Vorhersagemethoden und Frühwarnsystemen; Analyse sozioökonomischer Auswirkungen sowie Verwundbarkeit und Belastbarkeit von Gesellschaften.
- (3) **Umweltrelevante gesellschaftliche Entwicklungen** [*gemeinsam mit der Herausforderung „Gesellschaft“*], u.a. Innovationen für nachhaltigen Konsum und nachhaltige Produktion; Governance – neue Strukturen und Lösungen für Nachhaltigkeit; Umweltbedingte Krisen und Konflikte (z.B. Ursachen und Auswirkungen von Ressourcenknappheit);
- (4) **Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung** [*gemeinsam mit der Herausforderung „Energie“*] u.a. Nachhaltigkeit (Vernetzung von Fahrzeugen und Immobilien (Elektromobilität); Kreislaufwirtschaft; Klimaangepasstes/ ressourceneffizientes Bauen; Klimaangepasste Stadt; Zukunftsfähigkeit von Gebäuden z.B. vollständige Recyclefähigkeit, Umnutzungsfähigkeit, Reduzierung der Flächeninanspruchnahme; Auswirkungen des Klimawandels auf Gebäude und Infrastrukturen (Materialien, Stabilität, Sicherheit); innovative effiziente Gebäudesanierung; Entwicklung von Leit- und Steuertechnologien im Gebäudebereich.
- (5) **Umwelt und Gesundheit** [*gemeinsam mit der Herausforderung „Gesundheit“*], u.a. Ermittlung der umweltbedingten Krankheitslast sowie Ableitung von notwendigem Handlungsbedarf (z.B. Quantifizierung von Morbidität und Mortalität); Durchführung von Langzeitstudien (z.B. Umwelt-Survey als epidemiologische Querschnittsstudie); Quellen- und Wirkungsforschung u.a. zu Fein- und Ultrafeinstaub, Allergien, Lärm; Epigenetische Untersuchungen zum Einfluss von Umwelteinwirkungen; Verbesserung der Diagnostik und Bekämpfung u.a. Klimawandel bedingter Tierseuchen und Zoonosen; Risikobewertung von Umweltkontaminanten.
- (6) **Erhaltung des kulturellen Erbes** [*gemeinsam mit der Herausforderung „Gesellschaft“*], u.a. Entwicklung von Technologien und Methoden zur Erhaltung des Kulturellen Erbes.
- (7) **Globale Umwelt- und Sicherheitsüberwachung (GMES)**, u.a. Erweiterung und/oder Neuentwicklung von innovativen GMES Kerndiensten sowie Entwicklung automatischer Verfahren; Integration von Satelliten-Kommunikation und Satelliten-Navigation mit GMES (z.B. Verfahren für EO-Datenübertragung direkt zum Katastrophenort); Klima-, Umwelt- und Kriseninformationssysteme (z.B. Tsunami Early Warning System).

1.1.3 Ressourcen - Nachhaltige Ressourcennutzung und flächenbezogenes Ressourcenmanagement

Die Herausforderung für das nachhaltige Management von natürlichen Ressourcen besteht in ihrer unterschiedlich vorhandenen Qualität und Quantität. Ein Modellansatz für den Umgang stellt das Ökosystem-Dienstleistungskonzept dar. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Sicherung von Ökosystemdienstleistungen unter Einschluss aller natürlichen Ressourcen**, u.a. Entwicklung von Grundlagen zum Prozessverständnis (z.B. Biodiversitätsmodellierung); Schutz, nachhaltige Nutzung und Wiederherstellung von Biodiversität und Ökosystemen, z.B. Wälder; Klimaschutz, Anpassung an Klimawandelfolgen und Nachhaltiges Landmanagement; Nachhaltiges Wassermanagement; Schadstoffabbau in Öko-

systemen (z.B. prospektive Chemikaliensicherheitsforschung), nachhaltiges Bodenmanagement, nachhaltiges Rohstoffmanagement; nachhaltige Lebensmittelproduktion.

- (2) **Schutz und nachhaltige Nutzung des Meeres und der marinen Ressourcen**, u.a. Verbesserung des Systemverständnisses (z.B. Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf biotische/abiotische Kompartimente); Verbesserung des Wissens zur Interaktion Meer und Klima (z.B. Vorhersage und Management von Küstenerosion); Schonende Erschließung und Nutzung der Meeresressourcen (z.B. mineralischer Ressourcen und Gashydrate) und Untersuchung der möglichen Auswirkungen; Meerestechnologien.
- (3) **Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen**, u.a. durch Ressourceneffizienz und Substitution (z.B. Einsparung von Rohstoffen und Ersatz umweltbelastender Rohstoffe bei Produktdesign, Produktionsprozessen, Produktnutzung, Dienstleistungen und durch Wiederverwendung); Ressourcenqualität und -quantität global betrachten; Nachhaltige Infrastrukturen für die Zukunft; Recycling und Kreislaufwirtschaft (z.B. Ressourcenreduzierte Wertschöpfungsketten), Rohstoffknappheit in der landwirtschaftlichen Produktion.

1.1.4 Mobilität - Nachhaltige, bezahlbare und effiziente Verkehrssysteme

Mobilität zu Lande, zu Wasser und in der Luft ist eine wichtige Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit moderner Gesellschaften und ihrer Volkswirtschaften. Vorrangiges Ziel der europäischen Verkehrspolitik ist die Verbesserung der Gesamtqualität des Verkehrs. Die rasant fortschreitende Globalisierung mit weiter steigendem Verkehrswachstum und steigenden System-Interdependenzen sowie die Sicherung eines nachhaltigen, sicheren und nutzerfreundlichen, zugleich bezahlbaren Verkehrssystems stellen Europa vor große Herausforderungen. Hinzu kommen weitere Herausforderungen, die sich aus geologischen Veränderungen und dem Klimawandel für die Infrastruktur und für Mensch und Umwelt aus den Verkehrsemissionen und dem steigenden Flächenverbrauch des Verkehrs ergeben. Die Forschung muss hierbei stärker auf das Erkennen und Beseitigen der (oft verborgenen, sich der direkten Betrachtung entziehenden) Ursachen der Herausforderungen als lediglich auf die Symptombehebung ausgerichtet werden. Die maritime Wirtschaft ist als Schlüsselbranche von herausragender Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit Europas; etwa 90% des europäischen Außenhandels und 30% des Binnenhandels erfolgen auf dem Seeweg. Zur Erhaltung ihrer globalen Technologieführerschaft ist sie besonders auf Innovationen durch Forschung und Entwicklung angewiesen. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen**, u.a. Optimierung konventioneller und technologieoffene Entwicklung alternativer Antriebskonzepte (z.B. Verbesserung der Energieeffizienz, der gegenwärtig vorherrschenden Flottenstrukturen wie Verbrennungsmotorentchnik, neue Energiespeicher, maßgeschneiderte Werkstoffe); Innovationsfreundliche Normen und Standards z.B. für Infrastrukturen wie Energiebereitstellung und Schnittstellen wie Steckerverbindungen); Modellversuche und Demonstration (u.a. lokal emissionsfreien innerstädtischen Verkehr auf Elektro- und Hybridantriebsbasis), Entwicklung von Biokraftstoffen; Vernetzung/Nutzbarmachung von Zukunftstechnologien im Gebäudebereich für den Verkehr (u.a. für Elektromobilität).
- (2) **Nachhaltiger, grenzüberschreitender Güterverkehr**, Intelligente Logistikkonzepte, Organisation, Management, Infrastruktur, Datenmanagement; Erleichterung grenzüberschreitender Demonstrationsvorhaben; nachhaltige städtische Güterverteilung, innovati-

ver Verkehrswegebau-technologien (z.B. Straße der Zukunft, innovative Fahrwege im Eisenbahnbereich).

- (3) **Moderne, ressourcenschonende maritime Wirtschaft, u.a.** neue Produktionstechnologien, (neue Materialien u. Verarbeitungsprozesse, verkürzte Produktionszeiten Reduktion der Produktionskosten); Sicherheit und Zuverlässigkeit der Systeme (Zuverlässigkeit der Schiffstrukturen, Sicherheitskonzepte, Unfallvermeidung durch intelligente Systeme, Notfallkonzepte); Ressourcenschonung (neue umweltfreundliche Antriebssysteme, Reduktion der Emission, optimierte Hydrodynamik, Vermeidung von Transport von Organismen insbesondere Krankheitskeimen mit Ballastwasser, Erschließung des nördlichen Seeweges).
- (4) **Intelligente Verkehrssysteme und deren Vernetzung**, u.a. IKT-gestütztes Verkehrsmanagement; Standards/Normen im Verkehrsmanagement; Satellitengestützte Dienste für den Verkehr; Grenzüberschreitende Leit- und Sicherungstechniken (z.B. ETCS); System-in-Systembetrachtungen; Reduzierung der Verwundbarkeit der IT-Systeme im Verkehrsbereich; Kostenreduzierung (Bau, Betrieb, Sanierung) und Vereinfachung der Systeme; innovative Mobilitätsformen; Entkopplung Verkehrswachstum und Wirtschaftswachstum; Aufbau intermodaler Informationssysteme.
- (5) **Transport**, u.a. effizientere Fahrzeugtechnik und nachhaltige Verkehrssysteme (z.B. Innovationen in den Bereichen Antriebstechnik, Struktur und Aero- bzw. Hydrodynamik); innovativer Fahrzeugbau.
- (6) **Intermodalität**, u.a. Vernetzung unterschiedlicher Verkehrsträger, durchgehende Informationsangebote vom Start bis zum Ziel.

1.2 Wohlergehen der Bürgerinnen und Bürger

1.2.1 Gesundheit - Effiziente Gesundheitssysteme zwischen demographischem Wandel und Individualisierung

Der demografische Wandel und die Zunahme von Krankheiten mit hohen Krankheitslasten sowie von Multimorbidität stellen die Betroffenen und ihre Angehörigen, die Gesellschaft und die Gesundheitssysteme in Europa vor erhebliche Herausforderungen. Diese Entwicklungen erfordern die Schaffung einer stärker multidisziplinär angelegten Wissensbasis und die Bündelung von kritischen Massen an Expertise, Ressourcen und Strukturen auf europäischer Ebene. Gewonnene Kenntnisse müssen gezielter in die Erprobung und Validierung überführt werden. Nur so lassen sich verbesserte Ansätze und neue Methoden für eine breitere und intensivere Nutzung in Produkten, Verfahren und Dienstleistungen gewinnen. Die sogenannte medizinische Biotechnologie ist hier ein zentraler Impulsgeber. Die Optimierung von Übergabekonzepten zwischen akademischer und privat geförderter FuE wird einbezogen. Folgende Forschungsfelder, bei denen geschlechtsspezifische Aspekte berücksichtigt werden sollten, werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Erforschung von Volkskrankheiten** wie Krebs, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, muskulo-skelettale, neurologische/neurodegenerative und psychische Erkrankungen, u.a. durch Aufklärung grundlegender biologischer Mechanismen und Zusammenhänge, der sie bestimmenden Faktoren und ihrer Wechselwirkung; Entwicklung von neuen Therapien und neuen Diagnostika für eine frühzeitige Krankheitserkennung, Überwachung des Therapieerfolgs und prognostische Analysen; Entwicklung neuer Verfahren in der Medizintechnik wie Nanotechnologie-basierte Verfahren bei der molekula-

ren Bildgebung und zum effektiven Transport von Wirkstoffen im Körper, Materialentwicklung und Produktionstechnik (z.B. bioverträglicher Implantate, innovative Biomaterialien, künstliche Gewebe und Gewebegerüste); Telemedizin oder E-Health durch Entwicklung neuer Verfahren und Techniken für indirekte Anwendungen; Verbesserung der Arzneimitteltherapiesicherheit.

- (2) **Individualisierte Medizin** u.a. durch individualisierte Diagnose (z.B. molekularbiologische und „omics-Technologien“, Bildgebung) und Therapien (z.B. Pharmaanwendungen, die auf kleine, diagnostisch sehr genau beschreibbare Patientengruppen zugeschnitten sind und individuelle Biomaterialien); Entwicklung von Behandlungsstrategien, die Diagnoseverfahren und Therapieentscheidung direkt koppeln (Theranostik); Forschung für sichere und effiziente Arzneimittel und Therapieverfahren für spezifische Bevölkerungsgruppen; Erforschung seltener Erkrankungen – von der Grundlagenforschung bis in die Translation; Rahmenbedingungen für Gesundheitsinnovationen wie Zulassungen, Standardisierung und patentrechtliche Aspekte, Stärkung der Patientenperspektive und Berücksichtigung verschiedener Formen der Ungleichheit, ELSI-Begleitforschung.
- (3) **Präventions- und Ernährungsforschung** u.a. Schutz vor Infektionen (z.B. Forschung zu multiresistenten oder klimasensitiven Erregern, Zoonoseforschung, Forschung zur direkten und indirekten Übertragung von Antibiotikaresistenzen und Antibiotikaresistenzigenschaften von Tieren auf Menschen, Entwicklung neuer oder verbesserter Impfstoffe und Anti-Infektiva, Verbesserung von Impfstrategien, rationalen Antibiotikatherapien und Hygienemaßnahmen); Ausbau epidemiologischer Forschung für die Präventionsforschung (Verbesserung der Rahmenbedingungen und europäische Koordination); Klärung von Krankheitsentstehung durch Wechselwirkung genetischer, physiologischer, sozialer und anderer Zusammenhänge und Einflussfaktoren wie z.B. Arbeitsbedingungen); Evidenzbasierung von Präventionsmaßnahmen; Prävention durch ausreichend Bewegung, Stressbewältigung und gesunde Ernährung u.a. Struktur und Komposition der Lebensmittel und ihre Stoffwechselantwort, Validierungsforschung zu Public Health Maßnahmen im Ernährungsbereich, Verbesserung der Qualität und Sicherheit der Nahrungsmittel.

Bei der Entwicklung und Planung des nächsten Rahmenprogramms sollte von vorneherein darauf geachtet werden, für ethisch sensible Forschungsprojekte in den Lebenswissenschaften, insb. in der humanbiologischen Forschung, gemeinsame Grundprinzipien vorzusehen. In diesem Zusammenhang geht Deutschland davon aus, dass auch im nächsten Rahmenprogramm hinreichende Vorkehrungen getroffen werden, die eine Finanzierung von embryonenverbrauchenden Forschungsprojekten einschließlich der Gewinnung menschlicher embryonaler Stammzellen sowie von Arbeiten zum reproduktiven Klonen, zur Keimbahnintervention und zur Herstellung von Embryonen zu Forschungszwecken einschließlich des therapeutischen Klonens ausschließen. Damit soll dem hohen Schutzstandard des deutschen Embryonenschutzgesetzes auch auf europäischer Ebene Rechnung getragen werden.

1.2.2 Bioökonomie - Entwicklung einer biobasierten Wirtschaft und Sicherung der Welternährung

Globale Ernährungssicherheit, nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung aus Biomasse, der Erhalt der biologischen Vielfalt, Klima- und Umweltschutz bei gleichzeitiger Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit Europas sind große Herausforderungen. Die Bioökonomie erfasst alle Sektoren, die biologische Ressourcen (Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen) entwi-

ckeln, produzieren, ver-/bearbeiten oder nutzen. Die Basis für bioökonomische Innovationen schafft die Biotechnologie. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Steigerung der Nahrungsmittelproduktion zur Sicherung der weltweiten Ernährung**, u.a. durch Identifizierung und Züchtung von ertragreicheren Pflanzen und Tieren; Bekämpfung von und Anpassung an biotische und abiotische Stressfaktoren; Sicherheit und effiziente Verarbeitung von Nahrungsmitteln, Strategien zur Verminderung von Lebensmittelvernichtung vor und nach der Vermarktung, Strategien zur Reduktion lebensmittelbedingter Krankheiten; Strategien zur Verstärkung des Verbraucherschutzes und Ernährungskompetenz.
- (2) **Entwicklung und Nutzung biobasierter Verfahren und Produkte** *[gemeinsam mit dem Bereich „Energie“]* u.a. durch Aus- und Aufbau der industriellen Biotechnologie; Entwicklung integrierter Bioraffinerien.
- (3) **Sicherung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nachhaltigkeit der Bioökonomie** u.a. durch Verbesserung der land- und forstwirtschaftlichen Produktionssysteme; Schaffung wissenschaftlich-technischer Grundlagen für wissenschaftsbasierte politische und regulatorische Entscheidungen; Stärkung der Kompetenzen und Kapazitäten; Begleitforschung zur gesellschaftlichen Entwicklung und Akzeptanz, Verbraucherverhalten, Risiko-Nutzen-Analyse.

1.2.3 Demografischer Wandel

Mit dem demografischen Wandel in Europa müssen neben der Adressierung des Gesundheitsbereichs (vgl. 1.2.1) Fragen nach der Lebensqualität für ältere Menschen, dem sozialen Zusammenhalt und der Leistungsfähigkeit der europäischen Wirtschaft im globalen Maßstab beantwortet werden. Die Arbeitswelten von morgen müssen daher die Rahmenbedingungen für Beruf und Privatleben verbessern und die Herausforderung des demografischen Wandels von vornherein mit einbeziehen. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Wohnen und Sicherheit**, u.a. Entwicklung von funktionalen, verlässlichen und individuellen Unterstützungsleistungen für den Alltag wie altersgerechte Assistenzsysteme, Intelligentes Haus, innovative Dienstleistungskonzepte.
- (2) **Mobilität und Teilhabe**, u.a. Erhaltung von Lebensqualität durch barrierefreie Mobilitätsketten und altersgerechte Fahrerassistenzsysteme, intermodaler und altersgerechter Personenverkehr, Weiterentwicklung der Infrastrukturen (einschließlich Verwaltungsinfrastrukturen) u.a. durch IKT-gestützte Lösungen oder städtebauliche Innovationen; innovative Organisationsformen der Mobilität.
- (3) **Arbeit und Produktivität**, u.a. Erhalt, Förderung und Nutzung der Arbeits-/ Leistungs- und Beschäftigungsfähigkeit über das gesamte Berufsleben durch Gestaltung von attraktiven und modernen Arbeitsplätzen, Entwicklung von Personalmanagementkonzepten und innovativen Arbeitsorganisationen, geeigneter Ergonomie („Design for all“), alters- und altersgerechte Arbeitsplatzgestaltung und Assistenzsysteme in Produktionsprozessen, Entwicklung neuer Formen von Kompetenzvermittlung, beruflicher Qualifizierungs- und Weiterbildungsangebote.
- (4) **Gesundheit und Pflege älterer Menschen** *[gemeinsam mit dem Bereich „Gesundheit“]*, u.a. Sicherung physischer und psychischer Leistungsfähigkeit bis ins hohe Alter durch Altersforschung (Erforschung molekularer Alterungsvorgänge sowie von Multimorbidität und entsprechenden Behandlungsstrategien), Entwicklung individualisierter Medizin, Weiterentwicklung der Altersmedizin, Entwicklung neuer IKT für Telemonitoring, Weiterentwicklung der biomedizinischen Technik und Ernährungsforschung, Diätetik und Prä-

vention, Entwicklung neuer Pflege- und Versorgungskonzepte sowie innovativer Assistenzsysteme zur Unterstützung Pflegebedürftiger, professionell Pflegenden und pflegenden Angehöriger.

1.2.4 Gesellschaft - Innovation, Teilhabe und Integration

Die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Entwicklungen in Europa und der Welt sind rasant und komplex. Herausforderungen wie Klimawandel, Bevölkerungsalterung, Migrationsströme, Integrationsfähigkeit von Gesellschaften erfordern die Herausbildung neuer Formen von globalen Regelungen für ökonomische, politische und gesellschaftlich-kulturelle Probleme. Diese stellen eigenständige gesellschaftliche Herausforderungen mit einer Fundierung vor allem in den Geistes- und Sozialwissenschaften dar. Die Geistes- und Sozialwissenschaften beschäftigen sich mit gesellschaftlichen Wandlungsprozessen, unterlegen diese mit belastbaren empirischen Daten und liefern Prognosen sowie Szenarien zur Unterstützung politischer Entscheidungsprozesse. Diese Forschung ist über die nationale Grenze hinaus stärker international auszulegen und stellt eine wichtige Voraussetzung dar, um die Ziele der EU-2020-Strategie zu erreichen. Dabei gilt es, die Forschungspotenziale antizipatorisch für zukünftige Herausforderungen in den europäischen Gesellschaften und darüber hinaus nutzbar zu machen. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Szenarien für innovative Gesellschaften im Kontext globaler Entwicklungen** u.a. zu Themen wie generationen- und geschlechtergerechte, integrierende, nachhaltig handelnde Gesellschaft; Partizipative Gesellschaft; Wege zur wissenden Gesellschaften; Gesellschaftlichen Zusammenhalt leben; Sicherheit in konfliktfähigen Gesellschaften.
- (2) **Diversität und Ungleichheit**, u.a. Entwicklung eines besseren Verständnisses der Ursachen und Konsequenzen durch Modelle des Umgangs mit Diversität im europäischen Vergleich; Verhältnis von Diversität und Ungleichheit; Normativer Pluralismus und soziale Integration; Evidenzbasierte Interventionsmodelle (Individuum, Gesellschaft, Organisation); Transnationalisierungstendenzen; Politische und Gesellschaftliche Teilhabe, Armut und prekäre Lebenslagen; Bildungssysteme.
- (3) **Governance und Modernes Regieren**, u.a. Untersuchung institutioneller und prozessorientierter Aspekte von Governance; Normativer Aspekte von Governance; reflexive Governance.
- (4) **Kultur, Gesellschaft und Innovation**, u.a. Untersuchung von kulturellen und historischen Voraussetzungen sowie Ressourcen für Innovation; Kulturelle und religiöse Vielfalt als Ressource gesellschaftlicher Erneuerung und Entwicklung; Innovationsprozesse: Relativität und Reflexivität; Akteure sozialer Innovation in Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft; Lokale und transnationale Innovationsräume.
- (5) **Nachhaltigkeit in der Gesellschaft** [*gemeinsam mit der Herausforderung „Umwelt“*] u.a. Nachhaltigkeit von Arbeit, Produktion und Konsum in Europa; nachhaltiges Wohlstands- und Wirtschaftsmodell; Nachhaltigkeit als Herausforderung für Governance (u.a. innovationsfreundliche öffentliche Beschaffung) und Management; Umweltbedingte Krisen und Konflikte: Entstehungsbedingungen, gesellschaftliche Auswirkungen und Lösungsansätze, Stärkung der Verbraucherkompetenz/des Verbraucherschutzes.

1.2.5 Sicherheit - Ein freies und sicheres Europa zum Schutz der Bürger/-innen

Weltweit zunehmende Bedrohungen durch Terrorismus, organisierte Kriminalität, Naturkatastrophen und technische Großunfälle stellen Europa vor neuartige Herausforderungen. Nötig

sind innovative Lösungen, die in Verzahnung mit Maßnahmen der Mitgliedsstaaten den Bürgern Sicherheit bieten und gleichzeitig Europas Kultur der Freiheit stärkt. Um dieser Herausforderung zu begegnen, ist es erforderlich, dass die Forschung zur zivilen Sicherheit auf einen nachhaltigen Schutz der offenen Zivilgesellschaft ausgerichtet bleibt und zugleich die Wettbewerbsposition der europäischen Wirtschaft stärkt. Die klare Arbeitsteilung mit der Verteidigungsforschung und die Trennung von der Raumfahrt muss beibehalten werden. Das charakteristische Element der Endnutzer-Einbindung ist zu stärken durch höhere Repräsentativität der Endnutzer und grenzüberschreitende Netzwerkbildung. Konsequente forschungsbegleitende Normung und Standardisierung ist notwendig. Eine Förderung der vorwettbewerblichen Beschaffung wird nicht unterstützt. Für eine effektive Verwertung der Forschung ist die stärkere Koordination mit außerhalb des 8.FRP vorhandenen relevanten EU-Budgets essentiell. Die Mittel der EU-Wettbewerbspolitik sind für den Abbau von bestehenden Marktfragmentierungen zu nutzen. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Sicherheit und Schutz der Bürger** u.a. Verbesserung der grenzüberschreitenden Kommunikation und Zusammenarbeit sowie der Interoperabilität von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben wie Feuerwehren, Polizei-, Zivil- und Katastrophenschutzorganisationen.
- (2) **Schutz kritischer europäischer Infrastrukturen** u.a. Vermeidung bzw. Minderung von Kaskadeneffekten bei grenzübergreifenden Infrastrukturen (z.B. Transeuropäischer Netze – TEN); Schutz von Warenketten (z.B. Gefahrendetektion) und Transportwegen, Energieversorgung.
- (3) **Sicherheitsfrage mit externen Dimensionen** u.a. Entwicklung und Ausbau von zivilen Lösungsbeiträgen für eine gemeinsame Außen- und Sicherheitspolitik (z.B. Schutz von europäischen Bürgern außerhalb der EU); Schutz der Grenzen.
- (4) **Cyber-Sicherheit** u.a. szenariorientierte Betrachtung von IT-Infrastrukturen als Teil kritischer Infrastrukturen unter Einbeziehung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Dimension (arbeitsteilig mit IKT-Forschungsbereichen).
- (5) **Gesellschaftliche Dimensionen** [*gemeinsam mit der Herausforderung 1.2.4 „Gesellschaft“*], u.a. Fragestellungen mit Bezug zur zivilen Sicherheit im Kontext des „Raum der Freiheit, der Sicherheit und des Rechts“ (z.B. Kultur und Architektur der Sicherheit in Europa; Ethik, Recht und Ökonomie der Sicherheit; Freiheit und Sicherheit).

2. Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit - Schlüsseltechnologien

Schlüsseltechnologien sind von hoher systemischer Bedeutung. Die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit Europas und die Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen gelingen nur, wenn Europa in den Schlüsseltechnologien mit an der Weltspitze liegt. Neue Produkte und Dienstleistungen im Automobilbereich, in der Medizintechnik oder im Maschinenbau bauen auf Innovationen in Schlüsseltechnologien wie Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Nanotechnologien, innovativen Werkstoffen, Photonik, Produktionstechnologien, Biotechnologie oder Luft- und Raumfahrttechnologien auf. Hinzu kommen Querschnittsthemen wie Normung, Standardisierung oder Metrologie. Nur durch die Umsetzung von Forschungsergebnissen in Innovationen im Bereich der Schlüsseltechnolo-

gien lassen sich beispielweise hochwirksame moderne Medikamente entwickeln oder der CO₂-Ausstoß im Straßenverkehr verringern. Im Kontext einer steigenden globalen Nachfrage nach Rohstoffen, des Klimawandels, der Verstärkung und steigender Mobilitäts- und Transportbedarfe kommt energie- und ressourceneffizienten Technologien eine Schlüsselrolle für eine nachhaltige Entwicklung zu, so beispielsweise im Kontext von IKT unter dem Label „Green IT“. Hier geht es um die Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz des IT-Betriebs selbst und desselben in anderen Wirtschaftsbereichen durch den Einsatz von IKT.

2.1 Innovative Werkstoffe („Advanced Materials“)

Die ausreichende und rechtzeitige Verfügbarkeit innovativer Werkstoffe hat eine zentrale Bedeutung für die Realisierung industrieller Anwendungen. Produktinnovationen können vielfach nur realisiert werden, wenn rechtzeitig neue und für die jeweilige Anwendung maßgeschneiderte Hochleistungswerkstoffe zur Verfügung stehen. Durch innovative Werkstoffe werden höhere Wirkungsgrade in Kraftwerken, Motoren und Turbinen möglich. Gleichzeitig eröffnen sich neue technologische Horizonte, etwa bei der organischen Photovoltaik oder bei der Entwicklung neuer leistungsstarker Energiespeichertechnologien. Vor diesem Hintergrund ist eine im europäischen Maßstab organisierte und geförderte Werkstoffforschung erforderlich, die sich auf die Bedürfnisse potenzieller wirtschaftlicher Anwendungsgebiete ausrichtet. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Werkstoffklassen** [*gemeinsam mit dem Bereich „Energie“*], u.a. Leichtbaumaterialien (z.B. Luft-/Raumfahrt, Automobilindustrie, Schifffahrt); Funktionskeramiken (z.B. Gastrennung bei CO₂-freien Kraftwerken, Medizintechnik); Intelligente Werkstoffe wie piezoelektrische Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen.
- (2) **Rohstoffverfügbarkeit und Ressourceneffizienz** [*gemeinsam mit der Herausforderung „Ressourcen“*], u.a. Rohstoffeffizienz, Recycling, Entwicklung von Substituten (z.B. wegen wachsender Rohstoffgewinnungskosten bei Platinmetallen); Katalysatorforschung (z.B. zur Prozessintensivierung im Chemiebereich); Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Produkten.
- (3) **Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette**, u.a. Zuverlässigkeit und Sicherheit der Produkthanwender; Methodenentwicklung für Materialinnovationen (Design Engineering); Bionik (z.B. Impulse für die Entwicklung völlig neuer Materialsysteme); Prozessinnovationen.
- (4) **Modellierung und Simulation zur Verkürzung von Material- und Produktentwicklungszeiten**, u.a. durch Entwicklung der Vision „vom Atom zum Bauteil“; neuartige Mess-/Prüfverfahren (z.B. Kalibrierung der Modellparameter des Werkstoffverhaltens in Simulationsmodellen).

2.2 Nanotechnologie

Die Nanotechnologie hat hohe strategische Bedeutung für viele industrielle Bereiche. Sie ist derzeit die Grundlage für viele praktische Anwendungen und hat das Potenzial, die Lebensqualität der Menschen und den Schutz der Umwelt weiter zu verbessern. So ermöglicht der Einsatz nanostrukturierter Materialien deutliche Fortschritte bei der modernen Gebäudetechnik oder im Hinblick auf energiesparende Beleuchtungstechnologien. In der Medizin kann der Einsatz von Nanotechnologien wichtige technologische Beiträge für neue Ansätze in Diagnose und Therapie leisten. Durch eine breite technologische Grundlage und ein gutes Verständnis nanoskaliger Prozesse ist eine effektive Nutzung von Nanotechnologien für die Be-

wältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen möglich. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Nanomaterialien und Nanopartikel**, u.a. Entwicklung von Nanomaterialien und -partikeln (z.B. Herstellung und Funktionalisierung von nanoskaligen Materialien).
- (2) **Nanotools, Nanoanalytik und Methoden**, u.a. Entwicklung von Geräten und Methoden zur Herstellung von Nanosystemen und zu deren routinemäßiger Detektion und Charakterisierung; mittelfristig Entwicklung zuverlässiger Hochdurchsatzanalytik zur simultanen Messung und Modellierung verschiedener Parameter (z. B. räumliche und chemische Struktur) in Echtzeit.
- (3) **Auswirkung von Nanomaterialien auf Umwelt und Gesundheit (EHS)** [*gemeinsam mit den Herausforderungen „Umwelt“ und „Gesundheit“*], u.a. Querschnittsaktivität zur Untersuchung von Chancen und Risiken (z.B. Lebenszyklus von Nanomaterialien, toxikologische/ epidemiologische Fragestellungen, Strategien zur Risikobewertung und -management).
- (4) **Standardisierung und Normung**, u.a. Ergänzung zu den internationalen Aktivitäten wie ISO und zu den nationalen Maßnahmen.

2.3 Produktionstechnologie

Europa muss ein wichtiger Standort in der weltweit verteilt organisierten Güterproduktion bleiben. Dies ist eine Grundvoraussetzung von Beschäftigung und Wohlstand. Die Produktionstechnologie ist von zentraler Bedeutung für eine wirtschaftliche Umsetzung neuer Produkte und Technologien in die Märkte. Neue Produktionstechnologien und -systeme bieten Potentiale für bedeutende Fortschritte bei Produktionsgeschwindigkeiten, Kostenreduzierung, Energie- und Materialeffizienz, Fertigungs-/ Produktqualität und Abfall- / Schadstoffmanagement. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Integrative Produktion**, u.a. durch Berücksichtigung sämtlicher Bereiche entlang der Wertschöpfungskette eines Produktes (von der Rohstoffauswahl bis zur Rückführung am Ende des Lebenszyklus); dies ermöglicht anderen Technologien wie den Werkstoff-, Nano-, Bio- sowie den IKT die wettbewerbsfähige Umsetzung in neue Güter.
- (2) **Wandlungsfähige, adaptive Produktionssysteme und Unternehmen**, u.a. durch modulare Aufbau von Produktionsanlagen und die Beherrschung der Schnittstellen (z.B. rekonfigurierbare Systeme, Maschinen und Anlagen).
- (3) **Durchgängige Nutzung von IKT und vernetzte Produktion** [*gemeinsame mit der Schlüsseltechnologie „IT-Systeme“*], u.a. Nutzung der IKT für Produktion und Produktentwicklung, unternehmens-/ branchenübergreifende Vernetzung der gesamten Logistik.
- (4) **Grüne Produktionstechnologien, Produkte und Fabriken** [*gemeinsam mit den Herausforderungen „Energie“ und Ressourcen“*], u.a. durch Verringerung des Energie- und Ressourcenverbrauch bei der Produktion (z. B. durch neue Werkstoffe); Umwandlung in energieautarke, wassersparende und abfallarme Produktionsstätten.
- (5) **Mensch-Technik-Kooperation**, u.a. Entwicklung geeigneter Systeme für die nahtlose und intuitive Interaktion zwischen Menschen und technischen Elementen des Produktionssystems; Entwicklung kooperativer Maschinen und „Cobots“ (Kooperative Roboter); Entwicklung altersgerechter Produktions- und Arbeitssysteme; Entwicklung neuer Lernformen für Produktionswissen, (z.B. in Form von Lernfabriken).

- (6) **High-Tech-Produktionsausrüstung für Low-Cost-Produkte**, u.a. durch die Nutzung und Verwendung von Hochtechnologien zur Fertigung von niedrigpreisigen Produkten z.B. OLEDs.
- (7) **Entwicklung neuer metrologischer Verfahren**, u.a. im Rahmen des EMRP; z.B. präzise Vermessung von nanostrukturierten Materialien für Optik und Elektronik oder für die genaue Bestimmung der Form von mechanischen und optischen Präzisionsbauteilen, um auf Basis hochqualitativer Daten für eine umwelt- und verbrauchergerechte wie auch effiziente Produktion beizutragen.

2.4 Photonik

Photonik ist die technische Beherrschung von Licht in jeder Form und macht die außergewöhnlichen Eigenschaften des Lichts nutzbar. Im Zentrum stehen Erzeugung, Kontrolle, Messung und vor allem die Nutzung von Licht in nahezu allen gesellschaftlich und ökonomisch wichtigen Gebieten. Ausgehend von einer gemeinsamen technologischen Basis verbindet die Photonik unterschiedliche Gebiete wie Lasertechnik, Maschinenbau, Energie und Beleuchtung, Medizintechnik, Umwelttechnik, Hochleistungsoptik, Optoelektronik, Bildverarbeitung und Kommunikation. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Photonische Komponenten und Systeme**, u.a. Entwicklung neuer Elemente zur optischen Datenkommunikation wie optische Interconnects, Integration Optik und Elektronik.
- (2) **Festkörperlichtquellen (Solid State Lighting – SSL)**, u.a. Entwicklung auf Halbleiterbasis arbeitende Leucht Komponenten (hohe Effizienz, geringer Materialeinsatz).
- (3) **Organische Elektronik**, u.a. Entwicklung organischer Photovoltaik (umweltfreundliche Energieerzeugung), organischer Leuchtdioden (sparsame Energienutzung), ressourcensparende Produktion elektronischer Schaltungen, Speicher, Sensoren.
- (4) **Biophotonik**, u.a. Entwicklung von Anwendungen der Lichteigenschaften auf die Bereiche Biotechnologie, Medizintechnik, Pharmazie und Lebensmittelherstellung (z.B. zur medizinischen Diagnose oder Erkennung von Resistenzen gegen Antibiotika).

2.5 Mikro- und Nanoelektronik

Die Mikro- und Nanoelektronik legt mit der Mikrosystemtechnik und der Photonik die materielle Grundlage für IKT, da diese Schlüsseltechnologien die Komponenten und Systeme liefern, auf denen die IKT aufbaut und die für die Wirtschaft von hoher Bedeutung sind. Ziel dieser Technologien ist eine höhere Systemintegration und Funktionalität („smart systems“), eine größere Energieeffizienz und Leistungsfähigkeit sowie eine höhere Zuverlässigkeit und Robustheit. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Elektronische Komponenten**, neue integrierbare mikro- und nanoelektronische Bauelemente, wie z.B. Leistungshalbleiterbauelemente, inkl. Entwicklungen in den Bereichen Material, Equipment und Entwurf („More than Moore“-Technologien),
- (2) **Elektronische Systeme**, u.a. Entwicklung neuer Integrationstechnologien wie Silizium 3D-Integration, Smart-Power Technologien, intelligenter Systeme („Systems on Chip“) vor allem im Analog-Mixed Signal-Bereich.

2.6 Mikrosystemtechnik

Mikrosysteme sind das Herzstück „smarter“ Systeme. Sie besitzen die Fähigkeit eine gegebene Situation wahrzunehmen, zu beschreiben und zu bewerten, sich gegenseitig zu identi-

fizieren und mit der Umwelt zu interagieren. Zusätzlich müssen die Systeme auch unter extremen Bedingungen arbeiten. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Weitere Miniaturisierung**, u.a. Integration von Nanostrukturen
- (2) **Stärkere Systemintegration**, u.a. Mikro-Nano-Integration, funktionale Gehäuse, vernetzte Mikrosysteme, gedruckte Mikrosysteme.
- (3) **Neue Prinzipien und Effekte**, u.a. Erforschung neuer Prinzipien und Effekte; Erschließung neuer Materialien und Strukturen (z.B. über Biokopplung).
- (4) **Erweiterte Funktionalitäten und Anwendungen** [*gemeinsam mit der Herausforderung „Energie“*], u.a. Autonomie (z.B. Energiemanagement oder Reparatur), Kognition (z.B. Lernfähigkeit) und Kommunikation; Assistenzsysteme für Menschen, im Klimaschutz und bei Lebensmittelproduktion und -verteilung
- (5) **Nachhaltigkeit** [*gemeinsam mit den Herausforderungen „Energie“, „Umwelt“ und Ressourcen“*], u.a. Entwicklung von Mikrosystemen für Energieeffizienz, Abfallvermeidung, Recycling, Nachnutzung und Labeling der Materialien.

2.7 IT-Systeme

IT-Systeme sind in vielfältiger Weise unverzichtbar für das reibungslose Funktionieren unserer technischen Umgebung. Verschiedene Bestandteile greifen hierbei ineinander, ob es sich um Embedded Systems handelt oder Robotiksysteme. Supercomputer und Grid-Computing stellen hohe Rechenleistungen z.B. für Simulationen zur Verfügung. Dabei gewinnt der Sicherheitsaspekt, gerade bei Softwarearchitekturen und –anwendungen, sowie im aufkommenden Grid- und Cloud-Computing, zunehmend an Bedeutung. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Embedded Systems**, u.a. Entwicklung neuer Methoden und technischer Ansätze für den Entwurf komplexer kooperierender Systeme, Konstruktion relevanter Softwarearchitekturen, Entwicklung anwendungsübergreifender Technologieplattformen.
- (2) **Robotik**, u.a. Entwicklung besserer Adaption und Lernfähigkeit um autonomer, effizienter und benutzerfreundlicher zu werden.
- (3) **Softwareentwicklung**, u.a. von Softwarearchitekturen und Front Ends (hohe Nutzerfreundlichkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit), von dynamischen und adaptiven Verbänden.
- (4) **Supercomputing**, u.a. weitere Unterstützung des Netzwerkes PRACE.
- (5) **Cloud/Grid-Computing**, u.a. Fragen der weiteren Virtualisierung von Infrastrukturen (Interoperabilität zwischen Clouds, Unterstützung mobiler Anwendungen, Energieeffizienz, Sicherheit), Unterstützung der europäischen Grid-Initiative EGI.

2.8 Kommunikationssysteme

Das Internet wird immer wichtiger werden, nicht zuletzt durch das Aufkommen des Cloud Computing und die zunehmende Virtualisierung von Infrastrukturen. Ziel ist es, sich an die Spitze der Entwicklung zu setzen, insbesondere die Trends der Zukunft zu erkennen, die die zunehmende Entwicklung des Internets der Dinge und der Dienste bieten. Daneben sind auch hier grundlegende Fragen zu klären. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Grundlagen der Kommunikationstechnologien**, u.a. Definition von zukünftiger Nutzeranforderungen; Spezifikationen für die Netzwerkplattform des Internets der Zukunft, (z.B. Design, Entwicklung, Implementierung, IT-Sicherheit).
- (2) **Zukünftige Netzwerke**, u.a. Fragen der Interoperabilität und der Konvergenz verschiedener Netzwerktechnologien; Bewältigung des ansteigenden Datenverkehrs (z. B. Skalierbarkeit, Konnektivität, Adressierung, Namensgebung); flexible und effiziente Nutzung des Frequenzspektrums in mobilen Breitband- und Funknetzwerken.
- (3) **Internet der Dinge und der Dienste**, u.a. Entwicklung einer offenen Architektur für verschiedene mit dem Internet verbundene Objekte; Entwicklung entsprechender Plattformen und Technologien zur weiteren Integration von realer und virtueller Welt; neue Entwicklungsmethoden für Dienstleistungsanwendungen; Versorgung der Nutzer mit anspruchsvolleren Formen von Medien.
- (4) **Digitale Inhalte und Sprachen** u.a. Entwicklung fortgeschrittener Sprachtechnologien (z.B. Erstellung, Verwaltung, Übersetzung und Veröffentlichung mehrsprachiger Inhalte); zukünftige Verwaltung digitaler Inhalte (z.B. Bestandserhaltung, Wiederherstellung und Reparatur verlorener und beschädigter Inhalte, langfristige Verfügbarkeit neu geschaffener Inhalte).

2.9 Biotechnologie

Die Biotechnologie ist ein zentraler Impulsgeber für zahlreiche Anwendungen in der Pharmazie, Chemie-, Ernährungs- und Futtermittelindustrie. Sie wird von der Medikamentenherstellung über neue Diagnose- und Therapiekonzepte, der Produktion von Feinchemikalien bis hin zu Verfahren der Abwasserreinigung und Energiegewinnung aus Biomasse eingesetzt. Biotechnologieforschung erarbeitet somit grundlegend neue Erkenntnisse und Lösungskonzepte für bestehende und die zukünftigen gesellschaftlichen Herausforderungen in den Bereichen Gesundheit/Ernährung und Klima/Energie und ist die wichtigste „enabling technology“ zur Realisierung der Bioökonomie. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Medizinische Biotechnologie**: biotechnologische Verfahren, wie Genom-, Postgenom-, Epigenom-Analyse, Metabolom-Forschung und Bioinformatik sowie deren systembiologische Integration, zur Entschlüsselung von Lebensvorgängen, Alterung, Krankheitsentstehung; Anwendungen in Diagnostika- und Medikamentenentwicklung, regenerativer Medizin, Medizintechnik
- (2) **Industrielle Biotechnologie** [*gemeinsam mit dem Bereich „Energie“*]: Verfahren, Dienstleistungen und Produkte, wie Grund- und Feinchemikalien, Pharmaprodukte, Lebensmittelzusätze, Wasch- und Reinigungsmittel, bio-basierte Kunststoffe, Textilprodukte und Kosmetikartikel als Alternativen zu erdölbasierten Rohstoffen und Energieträgern; Entwicklung von Nachweismethoden zur Verbesserung von Produktqualität und –sicherheit.
- (3) **Pflanzenbiotechnologie**: biotechnologische Forschungsmethoden (u.a. Gentechnik, „Smart breeding“) zur Züchtung ertragsoptimierter Nutzpflanzen; Pflanzen, die tolerant gegenüber biotischen (z.B. Fraßfeinden, Pilzinfektionen) und abiotischen (z.B. Trockenperioden, versalzten Böden) Stressfaktoren sind; Pflanzen mit neuartigen/verbesserten Eigenschaften, die z.B. für eine industrielle Nutzung oder bzgl. gesundheitsfördernder Eigenschaften verbessert sind.

2.10 Raumfahrttechnologie

Der Raumfahrtsektor ist ein Gebiet, das direkt zur Umsetzung einer Vielzahl der in der Europa 2020 Strategie beschriebenen politischen Ziele beitragen kann. So liefern Erdbeobach-

tungs- und Navigationssatelliten unmittelbar wesentliche Beiträge zur Klimaforschung und Effizienzsteigerung im Transportwesen. Kommunikationssatelliten ermöglichen neben den heute nicht wegzudenkenden Mobilfunkanwendungen den Anschluss auch von abgelegenen Regionen an das schnelle Internet. In den letzten Jahren hat Europa mit dem Aufbau von GMES (Global Monitoring for Environment and Security) begonnen. Mit dieser großen Erdbeobachtungsinitiative werden insbesondere die europäischen Verwaltungsorgane mit einer nachhaltigen und verbesserten Datenlage unterstützt (schnelle Kartierung). Das gilt u. a. für Bereiche wie Städteplanung, Grenzsicherheit, Landnutzung, sichere Schifffahrt, Katastrophenschutz, Rettungseinsätze und vieles mehr. Neben solchen Anwendungsbereichen leistet die Erforschung des Weltraums einen wichtigen Beitrag zu wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn. Folgende Forschungsfelder werden als vorrangig eingestuft:

- (1) **Raumfahrttechnologie**, u.a. kritische Raumfahrttechnologien; Raketen-Stufen und Antriebe (z.B. „greener propulsion system technologies“); Orbitalantriebe; "Power Harvesting" (Umwandlung bisher ungenutzter Energien); weltraumbasierte Daten Relay Center; Terabit Satelliten Netzwerke; mobiles Internet via Satellit.
- (2) **Neue Generationen von Technologien und Technik für unterschiedliche Missionsziele**, u.a. Explorationsmissionen (z.B. „Swarm Intelligence“ für Deep Space Missionen); Kommunikations- und Navigationstechnologien für interplanetare Missionen; Technologien für Beobachtungsmissionen und astronomische Anwendungen; Ultra low-noise components.
- (3) **Weltraumforschung**, u.a. Datennutzung von vergangenen und laufenden Missionen; Instrumentenentwicklung für zukünftige Missionen; Bodenunterstützung für Weltraummissionen; wissenschaftliche Experimente auf der ISS; Untersuchung von Weltraumparametern.
- (4) **Kleinsatelliten**, u.a. Einsatz von Kleinsatelliten zum Test von Bauteilen; Nutzung von Kleinsatelliten zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.
- (5) **Forschung zur Verringerung der Schadensanfälligkeit von Weltraum-Infrastruktur**, u.a. Weltraumschrott, Weltraumwetter, Störsender, On Orbit Servicing.
- (6) **Begleitstudien zu Weltraumpolitik und neuen Grundsatzideen für die Raumfahrt** u.a. BlueSky-Projekte, Gesetzlage zu Space Debris.

2.11 Luftfahrttechnologie

Der luftgebundene Transport von Personen und Gütern spielt für die Mobilität innerhalb der EU und für die exportorientierte europäische Wirtschaft eine entscheidende Rolle. Die Luftfahrtindustrie muss die Verfügbarkeit der Technologie z. B. in Form der modernsten und ökoeffizientesten Luftfahrzeuge auch für die Zukunft sicherstellen. Nur so kann auch das Ziel eines nachhaltigen Luftverkehrssystems erreicht werden, da die Reduzierungen bei Ressourcenverbrauch und Emissionen größtenteils über Entwicklungen beim Luftfahrzeug erbacht werden. Mit ihren besonders hohen Anforderungen an Lebensdauer, Zuverlässigkeit, Größe und Gewicht ist die Luftfahrttechnologie Innovationstreiber und Schlüsseltechnologie für die Volkswirtschaft. Folgende Forschungsfelder werden in den Bereichen Grundlagenforschung und Technologieintegration als vorrangig eingestuft:

- (1) **Grünes Luftfahrzeug**: Flugzeug- und Hubschrauberstrukturen in Leichtbauweise (z.B. CFK und innovative Metallbauweisen), Flugphysik (z. B. laminarer Flügel), Overall Aircraft Design, Systeme (All-Electric-Aircraft, Brennstoffzelle), Flugsteuerung, Recycling, (Sekundär-)Energieerzeugung und –Nutzung.

- (2) **Fertigung Wartung und Instandhaltung:** z. B. innovative kosteneffiziente und automatisierte Fertigungsprozesse, -verfahren und -anlagen, umweltfreundliche Wartungs- und Instandhaltungskonzepte, ökologische Materialsysteme, Lebensdauervorhersage, Sensor- und Diagnosesysteme, Modifikation und Nachrüstung.
- (3) **Antriebe:** Neue Antriebskonzepte (z. B. Getriebefan-, Open Rotor-, CROR-Triebwerke), neue Materialien (verschiedene Metalllegierungen), Magerverbrennung, innovative Triebwerkstechnologien zur Reduzierung von Ruß, NOx, CO2 und Lärm gemäß der Vision „Flightpath 2050“.
- (4) **Sicherheit und Komfort:** Passagierfreundliche und energieoptimierte Kabinenkonzepte, z. B. in Modularbauweise, Breitbandkommunikation, Luftraumkapazität, Flugführung.
- (5) **Hubschrauber:** Pilotassistenz (z. B. zur Verbesserung der Allwetterzuverlässigkeit), Rotor-systeme (aktiv und passiv) zur Reduzierung von Lärm und Vibration, Erhöhung der Nutzlast und Reichweite.